ISSN 1561-5359. Штучний інтелект, 2020, № 2

УДК 004.5

***А.В. Бойченко*[1], *О.А. Бойченко*[2]**
[1]Інститут проблем реєстрації інформації НАН України, Україна
вул. М. Шпака, 2, м. Київ, 03113
[2]Університет менеджменту освіти НАПН України, Україна
вул. Січових стрільців, 52-А, м. Київ, 04053

РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

***A.V. Boichenko*[1], *O.A. Boichenko*[2]**
[1]Institute for Information Recording of NAS of Ukraine, Ukraine
2, Shpaka St., Kyiv, 03113
[2]University of Education Management of the NAPS of Ukraine, Ukraine
52-A, Sichovykh Striltsiv St, Kyiv, 04053

ONLINE EDUCATION EMPOWERMENT WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS

Розглянуто досвід організації освітнього процесу в умовах карантину, зумовленого пандемією COVID-19. Показано, як застосування інтерактивних технологій дозволяє організувати миттєвий зворотній зв'язок з віддаленою аудиторією, а інтелектуальні інструменти на основі штучного інтелекту можуть допомогти закладам освіти у їх роботі та зробити її більш продуктивною. Наведено приклади ефективного застосування засобів штучного інтелекту в сфері дистанційного навчання. Особливу увагу приділено розробці інтелектуальних чат-ботів для спілкування із слухачами онлайн-курсів освітніх вебресурсів. Запропоновано використання технології формування онтології на основі автоматичного видобування концептів із зовнішніх джерел, що дозволяє значно прискорити побудову інтелектуальної складової чат-ботів. Під час пандемії штучний інтелект набуває все більшого значення в області електронного навчання. В умовах, коли заклади освіти закриваються на карантин, а деякі переходять виключно на дистанційне навчання, як університетські викладачі й шкільні вчителі, так і студенти та школярі зіштовхнулися з необхідністю працювати в новій реальності. Вплив цих змін залежить від здатності людей до навчання та від ролі, яку буде відігравати система освіти в забезпеченні потреби людей в отриманні якісних та доступних навчальних курсів. Досвід організації освітнього процесу в Університеті менеджменту освіти НАПН України в умовах карантину, зумовленого пандемією COVID-19, продемонстрував, що заклади вищої та післядипломної освіти переважно були в тій чи іншій мірі готові до переходу на дистанційну форму навчання. Проте, більшість систем дистанційного навчання, на якій би платформі вони не були організовані, потребували їх доповнення: можливістю трансляції відео (мінімум – одностороннім потоковим), забезпеченням швидкої передачі різних видів інформації, отриманням миттєвого зворотнього зв'язку при спілкуванні, голосуванні, опитуванні тощо. Одним з напрямків застосування технологій штучного інтелекту в онлайн-навчанні є використання чат-ботів. Для забезпечення інтелектуалізації чат-ботів доцільно використати комп'ютерні онтології. При цьому метадані повинні бути зрозумілими як для людини, так і для програмного забезпечення та задовольняти вимогам сучасних стандартів галузі інформаційних технологій. Для автоматичного формування онтології виконується видобування концептів із зовнішніх джерел. Структура кожного розділу навчального курсу для системи онлайн-навчання повинна повністю охоплювати навчальний матеріал та відповідати всім цілям курсу. Слід використовувати відповідну мову, також мають бути враховані формулювання, синтаксис та виклад завдань.

Ключові слова: дистанційна освіта, штучний інтелект, онтологія, чат-бот, COVID-19

The experience of organizing the educational process during the quarantine caused by the COVID-19 pandemic is considered. Using of interactive technologies that allow organizing instant audio communication with a remote audience, as well as intelligent tools based on artificial intelligence that can help educational institutions to work more efficiently. Examples of sufficient use of artificial intelligence in distance learning are given. Particular attention is paid to the development of intelligent chatbots intended for use in communications with students of online courses of educational web portals. The use of technologies of ontology formation based on automatic extraction of concepts from external sources is offered, what can lead to greater acceleration of construction of the intellectual component of chatbots. Artificial intelligence tools can become an essential part of distance learning during this global COVID-19 pandemic. While educational institutions are closed to quarantine and many of them transitioned to distance learning lecturers and schoolteachers, as well as students and schoolchildren faced with the necessity to study in this new reality. The impact of these changes depends on people's ability to learn and on the role that the education system will play in meeting the demand for quality and affordable training. The experience of organizing the educational process at the

University of Education Management of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine in the quarantine caused by the COVID-19 pandemic showed that higher and postgraduate institutions were mostly ready to move to distance learning. However, most distance learning systems, on whatever platform they are organized, need to be supplemented: the ability to broadcast video (at least – one-way streaming), providing fast transmission of various types of information, receiving instant feedback when voting, polls and more. The structure of each section of the training course for the online learning system should fully cover the training material and meet all the objectives of the course. Appropriate language should be used, and wording, syntax, and presentation of tasks should be considered. One of the areas of application of artificial intelligence technologies in online learning is the use of chatbots which are characterized by the following properties. It is advisable to use computer ontologies to ensure the intellectualization of chatbots. In this case, the metadata must be understandable to both humans and software and meet the requirements of modern standards in the field of information technology. The extraction of concepts from external data sources was carried out to build the ontology.

Keywords: distance education, artificial intelligence, ontology, chatbot, COVID-19

Вступ

Під час пандемії штучний інтелект набуває все більшого значення в області електронного навчання. В умовах, коли заклади освіти закриваються на карантин, а деякі переходять виключно на дистанційне навчання, як університетські викладачі й шкільні вчителі, так і студенти та школярі зіштовхнулися з необхідністю працювати в новій реальності. Вплив цих змін залежить від здатності людей до навчання та від ролі, яку буде відігравати система освіти в забезпеченні потреби людей в отриманні якісних та доступних освітніх ресурсів.

Як свідчить світова практика, в освіті все ширше застосовуються інтерактивні помічники та адаптивні програми для навчання, які дають змогу за допомогою штучного інтелекту (ШІ) індивідуалізувати освітній процес і автоматизувати деякі технічні дії. На більш просунутому рівні вони об’єднуються в інтелектуальні навчальні системи (ІНС, Intelligent Tutoring Systems, ITS) – адаптивні освітні платформи, в яких за допомогою машинного навчання складаються персоніфіковані навчальні плани для оптимізації опанування кожним учнем освітньої програми.

Зазвичай, інтелектуальні навчальні системи працюють за таким алгоритмом навчання: діагностичний тест – аналіз результату – побудова навчального плану – автоматична корекція плану під час навчання. Часто ІНС будується як прототип віртуальної навчальної програми, що об’єднує ШІ та тривимірну анімацію з урахуванням вікової категорії учнів (USC Institute for Creative Technologies). В українській освіті досить оптимістичні прогнози щодо поширення ШІ, оскільки в докарантинний період Україна не тільки займала четверте місце серед країн, що володіють найвищим відсотком сертифікованих IT-фахівців, а й стало перебувала в трійці лідерів щодо кількості компаній та інвесторів у галузі ШІ в Східній Європі.

Постановка проблеми

Досвід організації освітнього процесу в Університеті менеджменту освіти НАПН України в умовах карантину, зумовленого пандемією COVID-19, продемонстрував, що заклади вищої та післядипломної освіти переважно були в тій чи іншій мірі готові до переходу на дистанційну форму навчання.

Проте, більшість систем дистанційного навчання, на якій би платформі вони не були організовані, потребували їх доповнення: можливістю трансляції відео (мінімум – одностороннім потоковим), забезпеченням швидкої передачі різних видів інформації, отриманням миттєвого зворотнього зв’язку при голосуванні, опитуванні тощо.

Використовуючи елементи дистанційного навчання й намагаючись зробити процес викладання максимально наближеним до реального, організатори та учасники дистанційного навчання були змушені шукати зручні та ефективні вебінструменти для роботи з віддаленою аудиторією. Під час роботи із студентським та дорослим контингентом було враховано ряд факторів, які дозволили відібрати кілька взаємодоповнюючих інструментів. До та-

ких факторів належать: наявність девайсів (персональних комп'ютерів, ноутбуків, смартфонів), під'єднання до мережі інтернет зі швидкістю передачі даних ~100Мбт/с, рівень цифрових компетентностей слухачів – достатній.

Застосування інтерактивних технологій дозволяє організувати миттєвий зворотній зв'язок з віддаленою аудиторією.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Враховуючи те, що дистанційні технології є основою для взаємодії суб'єктів освітнього процесу як у змішаному навчанні, так і в дистанційному, в останньому все ж опосередкована взаємодія суб'єктів засобами онлайн-технологій є визначальною. Такий вид навчання визначено Законом України «Про освіту» як окрему форму здобуття освіти − дистанційну. Змішане навчання є підходом, педагогічною й технологічною моделлю, методикою, що поруч із онлайн-технологіями спирається також і на безпосередню взаємодію між студентами та викладачами в аудиторії [1].

Використання інструментів штучного інтелекту відкриває широкі можливості для застосування саме в дистанційній освіті. Крім того, структура заняття може бути вибудувана відповідно до рівня знань кожного учасника.

Технології штучного інтелекту знаходять широке застосування в напрямку інтелектуальних навчальних систем: бразильська розумна система Geekie, американська платформа Knewton, австралійський стартап Smart Sparrow, китайська компанія Squirrel, британська платформа Century Tech, персональний помічник Deakin Genie в австралійському університеті, інтелектуальна навчальна система DreamBox [2].

Компанія Squirrel – одна з найбільших корпорацій, що використовує штучний інтелект для навчання. Уся робота виконується учнями на ноутбуках. Інноваційність підходу компанії до навчання полягає у поділі кожного предмета на мінімального розміру підрозділи, котрі називаються «поділками знання». Далі програма підбирає навчальні відеолекції, конспекти, приклади та завдання. Порядок навчання встановлюється на спеціальному «графіку знань», котрий враховує досвід заслужених викладачів.

Особливо стрімко останніми роками розвивається розробка чат-ботів (англ. chatbot) − комп'ютерна програма, розроблена на основі нейромереж та технологій машинного навчання, яка імітує розмову з людиною в інтернеті. Приклади онлайн-конструкторів:

- ChatBot − конструктор чат-ботів в LiveChat, Facebook, Slack і Chat Widget;
- Alfa.bot − безкоштовна платформа для сайтів і месенджерів Facebook, Telegram та Viber;
- Botkits − платний онлайн-конструктор, в якому при створенні ботів на сайтах і в Facebook, Telegram, Skype і Viber необхідно використовувати блок-схеми;
- Manybot.io − безкоштовна платформа для ботів в Telegram.

Чат-боти можуть значно прискорити діалог між тьютором освітнього веб-ресурсу і об'єктом навчання. Проте, щоб можна було впровадити в освітню діяльність на відстані інтелектуальні навчальні системи, прийнято використовувати елементи штучного інтелекту, які керуються онтологіями, що забезпечують підтримку їх навчання, інтеграцію з семантичним середовищем, яке програмні агенти використовують для моніторингу процесу навчання [3, 4].

У роботі [5] пропонується чат-бот, який базується на GPT-2 (англ. Generative Pretrained Transformer-2), для систематичного вивчення англійської мови, включаючи рівень фонетики для розпізнавання мови та корекції вимови, семантичний рівень для розмови в професійній сфері.

Українські компанії та науковці активно займаються розробкою та впровадження специфічних для освіти технік штучного інтелекту. Згідно досліджень ринку штучного інтелекту в Східній Європі, проведеного аналітичним агентством

Deep Knowledge Analytics, яке спеціалізується на ШІ, блокчейні та технологічних трендах, Україна стало перебуває в трійці лідерів щодо кількості компаній та інвесторів [6]. Основними напрямками є штучний інтелект в освіті, моделі подання знань, дистанційна освіта, системи керування контентом, семантичне моделювання контенту, розробка чат-ботів тощо [7, 8].

Мета дослідження

Мета даної публікації полягає у визначенні можливостей та переваг використання елементів штучного інтелекту в процесі організації дистанційного навчання педагогічних працівників в умовах пандемії.

Виклад основного матеріалу

Запорукою успіху будь-якої системи навчання, зокрема його онлайн-форми, безумовно є побудова концептуальної структури навчальних курсів та програм. Відсутність або хибність контекстної інформації змісту навчального матеріалу означає, що педагогічний працівник, який бажає підвищити рівень своєї кваліфікації в умовах карантину, не зможе правильно осягнути поняття, які він намагається засвоїти. При цьому метадані повинні бути зрозумілими як для людини, так і для програмного забезпечення та задовольняти вимоги сучасних стандартів галузі інформаційних технологій.

Алгоритм навчання слухачів онлайн-курсів включає 4 етапи (рис. 1), на кожному з яких можуть бути використані елементи штучного інтелекту:



Рис. 1. Алгоритм онлайн-навчання

Цей алгоритм дозволяє застосувати більшість засобів штучного інтелекту:

1. Засоби профілювання та прогнозування (рішення про вступ та планування курсів; відмова та утримання; моделі слухачів дистанційного курсу та їх навчальні досягнення).
2. Інтелектуальні системи дистанційного навчання (зміст навчального курсу; діагностування сильних та слабких сторін слухачів та автоматизований зворотний зв’язок від слухачів; персональна адаптація навчальних матеріалів; віртуальні персональні асистенти; планування та прогнозування діяльності викладача).
3. Оцінювання та оцінка (автоматичне оцінювання; зворотний зв’язок; оцінка розуміння навчального матеріалу слухачами, співпраця та командна робота; оцінка викладання).
4. Адаптивні системи та персоналізація (зміст онлайн-курсу; рекомендування персоналізованого змісту; підтримка викладачів та слідування ідеології навчання; використання журнальних даних для моніторингу та керівництва студентами; візуалізація та трансформація навчального матеріалу).

Одним з напрямків застосування технологій штучного інтелекту в онлайн-навчанні є використання чат-ботів, які характеризуються наступними властивостями:

- взаємодіють з користувачем за допомогою голосу чи тексту;
- інтерпретують та уточнюють питання;
- формують запит на основі запитання до бази даних;
- дають відповідь користувачу.

Чат-бот має підтримувати наступні функції: (1) визначати контекст; (2) розпізнавати синоніми; (3) за необхідності, уточнювати запит; (4) розмежовувати поняття.

Дуже спрощено роботу чат-боту можна описати наступним чином (рис. 2). Коли слухач онлайн-курсу з’єднується з чат-ботом, його повідомлення потрапляє до модулю розпізнавання мови. А оскільки обробка природної мови (Natural Language

Processing) є одним з найуспішніших сфер штучного інтелекту, існує цілий ряд програмних пакетів та бібліотек, здатних опрацювати текст або голос і виконувати такі завдання, як переклад, перевірка граматики або класифікація тем. Розпізнавання запитів, які надходять від користувача також враховує семантичну відстань на основі векторних слів, щоб правильно відповідати синонімам. Наприклад, концепт "дистанційне навчання" таким чином поєднаний з концептом "онлайн-навчання".

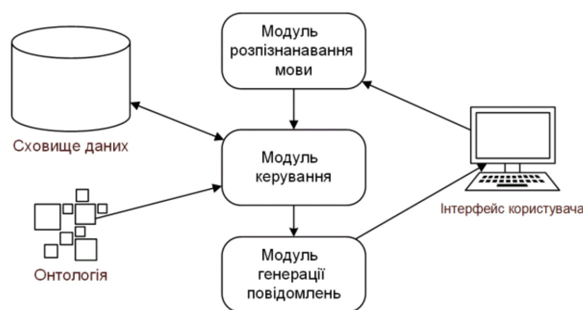


Рис. 2. Архітектура чат-бота

Модуль генерації повідомлень формує відповіді, використовуючи шаблони, які є реченнями з полями для заповнення, що відповідають вказівнику на певний елемент діалогу. У залежності від обраного елементу, викликається відповідне повідомлення шаблону. Якщо шаблон вимагає заповнення деяких полів, значення також отримуються від модуля керування. Потім користувачеві відображається відповідне повідомлення, і бот переходить у режим очікування, прослуховуючи введення користувача.

Онтологія містить метадані − дані про дані та використовується для налаштування навчальних чат-ботів.

Сховище даних включає наступні розділи: (1) дані користувачів курсу; (2) програма курсу; (3) підхід до навчання; (4) оцінка навчання; (5) записи спілкування між викладачами та слухачами онлайн-курсів; (6) система довідки; (7) просування інформації та новин; (8) інші засоби для викладачів та студентів.

З вищесказаного зрозуміло, що для забезпечення інтелектуалізації чат-ботів для галузі освіти необхідно побудувати спеціалізовані комп'ютерні онтології. Для цього було розроблено технологію автоматичного формування онтології, у якій виконується видобування концептів із зовнішніх джерел [9].

Етап сканування джерел даних передбачає отримання масиву концептів (яким відповідають окремі слова, біграми або триграми) і виконується програмою пошуку документів. На вхід моделюючого комплексу надходить файл у форматі HTML, PDF, TXT, DOCX або RTF. Переважна більшість файлів крім тексту містять також блоки форматування, виноски та рекламні фрагменти.

Обробка української мови ускладнюється через високу мінливість форм слів, через флексії та складені слова.

На основі отриманої семантичної мережі виконується побудова онтології, яка передбачає процедуру локальної оптимізації. Дана процедура включає послідовну нормалізацію структури та оптимізацію змісту контенту. Розширення семантичної мережі надає не лише семантичну інформацію про машину, але й концептуальну інформацію для користувача. На підставі отриманих чисельних значень відстані центрів ваги отриманої семантичної мережі можливо виконати формальну оцінку подібності отриманих концептів. Чим ця відстань є меншою, тим ймовірність подібності концептів зростає.

У процесі включення до онтології нового концепту враховуються три рівні перевірки: синтаксичний, термінологічний та семантичний.

Синтаксичний рівень базується на сусідніх елементах тексту, які знаходяться безпосередньо перед і після концепту-претендента. Кожна синтаксична категорія має вагу, засновану на частотному аналізі для визначення, наскільки ймовірним є концепт-кандидат (наприклад, дієслова поруч із концептом-кандидатом є кращими показниками, ніж прикметники).

Термінологічний рівень стосується термінологічного статусу контекстуаль-

них слів. Концепт може бути визначеною назвою класу або кандидатом для екземплярів класу. Контекстуальні слова – це терміни в контексті, які можуть вказувати на наявність інших пошукових термінів. Вони є кращими показниками інших термінів через передумову, що терміни мають тенденцію до спільного виникнення.

Семантичні знання включають семантичну інформацію про терміни в конкретному контексті. Слова з високим ступенем схожості з концептом-претендентом, швидше за все, будуть доречними, тоді як слова в оточуючому контексті, як правило, пов'язані між собою.

Отриману онтологію представимо у вигляді множини: *<C, A, T, D, R, F>*, де
C – підмножина класів, що описують поняття предметної області;
A – підмножина атрибутів, які описують властивості понять;
T – підмножина типів значень атрибутів;
D – підмножина доменів;
R – підмножина відносин, заданих на поняттях;
F – підмножина обмежень на значення атрибутів.

У випадку необхідності отримати дані із онтології модулем керування, запит виглядає наступним чином:

$$q = (q_{1,k} : w_1, q_{2,k} : w_2, ...q_{n,k} : w_n), \quad (1)$$

$$q_{n,k} = (q_{n1} : w_{n,1}, q_{n2} : w_{n,2}, ...q_{n,k} : w_{n,k}), \quad (2)$$

де $q_{n,k}$ представляє вектор *n*-го ключового слова та відповідних синонімів, а $w_{n,k}$ представляє важливість синоніма *k* у векторі запиту.

Метадані системи управління електронним навчанням визначаються як формальний опис процесу управління електронним навчанням. Ми використовуємо онтологію для створення детального опису кожного кроку в процесі управління, а також навчальних об'єктів. Цей підхід включає відбір, склад, інтеграцію та оцінку навчальних об'єктів, а також оцінку потреб, прогалин та навчальної діяльності.

Нормалізація структури онтології передбачає виявлення та усунення паралельних ребер, циклів, петель, дублювання вершин з аналогічними параметрами та інших особливостей структури графа онтології, які порушують її цілісність та знижують ефективність функціонування.

Метою нормалізації структури графа онтології є усунення надлишковості в структурі онтології та усунення суперечностей, які можуть виникати при некоректному визначенні понять предметної області.

Інтеграція концептів онтологій, які додаються, передбачає розміщення додаткових концептів напряму до структури базової онтології.

Для збільшення інформаційної насиченості онтології виконується процедура оптимізації її змістової частини, яка полягає у визначенні та вилученні заданого відсотку інформації з найнижчим рівнем важливості.

Але інтелектуальні інструменти на основі штучного інтелекту можуть допомогти закладам освіти у їх роботі та зробити її більш продуктивною. Як уже зазначалося, надзвичайно важливо, щоб метадані, які містяться в онтології, були очевидними та зрозумілими для розробника. Тому методи візуалізації онтології використовуються як доповнення до традиційного табличного подання, щоб допомогти користувачам зрозуміти структуру онтології.

Для редагування автоматично побудованих онтологій був використаний пакет моделювання Protégé – пакет з відкритим кодом, призначений для розробки онтологій (рис. 3). У якості файлового формату було використано формат OWL (Ontology Web Language) – мова для онтологій, побудована на базі стандартів RDF і RDFS. OWL використовує ширшу систему типів порівняно з попередніми подібними мовами. Це дозволяє визначати унікальність та еквівалентність термінів предметної області [10].

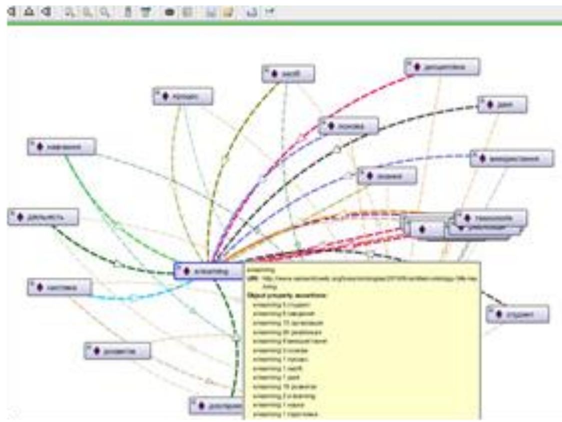


Рис. 3. Дослідження онтології для предметної області

Структура кожного розділу навчального курсу для системи онлайн-навчання повинна повністю охоплювати навчальний матеріал та відповідати всім цілям курсу. Слід використовувати відповідну мову. Також мають бути враховані формулювання, синтаксис та виклад завдань.

Якщо до загального обсягу вхідних даних потрапить неточна чи недостовірна інформація, то й результати будуть хибними.

Висновки

Штучний інтелект в галузі освіти дійсно розвивається. Системи штучного інтелекту ідеально вбудовуються в дистанційне навчання. Штучний інтелект є помічником викладача й ніколи його не замінить. Штучний інтелект повинен сприяти індивідуально орієнтованому навчанню та розвивати унікальні людські навички: кре-ативність, співробітництво, комунікатив-ність та здатність приймати складні рішення.

Незважаючи на те, що заклади освіти знаходяться на відносно ранньому етапі широкого впровадження технологій штучного інтелекту, особливо для онлайн-навчання, відмічається прискорений розвиток наступних напрямків: профілювання та прогнозування; контроль знань та оцінювання; адаптивні системи та персоналізація навчання; інтелектуальні системи навчання.

У результаті дослідження, аналізу та апробації були відібрані та запроваджені в освітній процес при дистанційному навчанні такі вебінструменти: чат-боти, засоби для відеотрансляцій, генератори коду швидкого реагування (QR-code), веб-інструменти миттєвого опитування.

Література

1. Рекомендації щодо впровадження змішаного навчання у закладах фахової передвищої та вищої освіти https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/2020/zmyshene%20navchanny/zmishanenavchannia-bookletspreads-2.pdf
2. Erica Southgate. 2020. Artificial intelligence, ethics, equity and higher education. Technical Report. National Centre for Student Equity in Higher Education, Curtin University and the University of Newcastle, Callaghan, Australia. 1–20 pages.
3. Kulmanov, M., Smaili, F. Z., Gao, X., & Hoehndorf, R. (2020). Semantic similarity and machine learning with ontologies. Briefings in Bioinformatics. doi:10.1093/bib/bbaa199
4. Petkovič, D., Denić, N. & Perenić, G. (2017). An Ontology-based Model for Contextual Recommendations in e-learning. International Journal of Technology in Education and Science, 1(1), 18-23. Retrieved November 22, 2020 from https://www.learntechlib.org/p/207271.
5. Nuobei SHI, Qin Zeng and Raymond Lee. The design and implementation of Language Learning Chatbot with XAI using Ontology and Transfer Learning. 7th International Conference on Computer Science, Engineering and Information Technology (CSEIT 2020), 26-27 September 2020, Copenhagen (Denmark). DOI:10.5121/CSIT.2020.101124.
6. AI in Eastern Europe Industry Landscape [Electronic resource]. – Mode of access: https://mindmaps.dka.global/ai-in-eastern-europe.
7. Nerodenko V. Generation of tests of various complexity levels in e-learning system based on educational text formalization model / Nerodenko V., Tytenko S. // Modern Aspects of Software Development: Proceedings of VI International Scientific and Practical Virtual Conference of Software Development Specialists, June, 24 2019 p. – Kyiv: Igor Sikorsky KPI, 2019. – pp. 121-133.
8. Priadko, Andrii & Osadcha, Kateryna & Khmelnytsky, Bogdan. (2020). Development of a chatbot for informing students of the schedule.
9. Ланде Д.В., Бойченко А.В. Методика розроблення сценаріїв розвитку ситуації на основі аналізу інформаційного простору. Information Technology and Security. July-December 2017. Vol. 5. Iss. 2 (9). - P. 5 – 12. DOI: 10.20535/2411-1031.2017.5.2.136921

10. Сенченко В.Р., Бойченко А.В. Бойченко О.А. Дослідження методів та технологій інтеграції онтологічної моделі з реляційними даними. Реєстрація, зберігання і обробка даних. − 2017. − Т. 20, № 3. – с. 91 – 101.

References

1. Recommendations for the introduction of blended learning in institutions of professional higher and higher education https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/2020/zmyshene%20navchanny/zmishanenavchannia-bookletspreads-2.pdf
2. Erica Southgate. 2020. Artificial intelligence, ethics, equity and higher education. Technical Report. National Centre for Student Equity in Higher Education, Curtin University and the University of Newcastle, Callaghan, Australia. 1–20 pages.
3. Kulmanov, M., Smaili, F. Z., Gao, X., & Hoehndorf, R. (2020). Semantic similarity and machine learning with ontologies. Briefings in Bioinformatics. doi:10.1093/bib/bbaa199
4. Petkovič, D., Denić, N. & Perenić, G. (2017). An Ontology-based Model for Contextual Recommendations in e-learning. International Journal of Technology in Education and Science, 1(1), 18-23. Retrieved November 22, 2020 from https://www.learntechlib.org/p/207271.
5. Nuobei SHI, Qin Zeng and Raymond Lee. The design and implementation of Language Learning Chatbot with XAI using Ontology and Transfer Learning. 7th International Conference on Computer Science, Engineering and Information Technology (CSEIT 2020), 26-27 September 2020, Copenhagen (Denmark). DOI:10.5121/CSIT.2020.101124.
6. AI in Eastern Europe Industry Landscape [Electronic resource]. – Mode of access: https://mindmaps.dka.global/ai-in-eastern-europe.
7. Nerodenko V. Generation of tests of various complexity levels in e-learning system based on educational text formalization model / Nerodenko V., Tytenko S. // Modern Aspects of Software Development: Proceedings of VI International Scientific and Practical Virtual Conference of Software Development Specialists, June, 24 2019 p. – Kyiv: Igor Sikorsky KPI, 2019. – pp. 121-133.
8. Priadko, Andrii & Osadcha, Kateryna & Khmelnytsky, Bogdan. (2020). Development of a chatbot for informing students of the schedule.
9. Lande DV, Boychenko AV Methods of developing scenarios for the development of the situation based on the analysis of the information space. Information Technology and Security. July-December 2017. Vol. 5. Iss. 2 (9). - P. 5 – 12. DOI: 10.20535/2411-1031.2017.5.2.136921
10. Senchenko VR, Boychenko AV Boychenko OA Research of methods and technologies of integration of ontological model with relational data. Registration, storage and data processing.. − 2017. − Т. 20, № 3. – с. 91 – 101.

Надійшла до редакції 17.01.2020